

# 安全・安心操業を実現するバルブ・ポジショナ

## Development of New Smart Valve Positioners for Enhanced Safety of Plant Operations

アズビル株式会社

アドバンスオートメーションカンパニー

福田 稔

Minoru Fukuda

アズビル株式会社

アドバンスオートメーションカンパニー

奥田 浩二

Kouji Okuda

アズビル株式会社

アドバンスオートメーションカンパニー

稲垣 洋輔

Yohsuke Inagaki

アズビル株式会社

アドバンスオートメーションカンパニー

野見山 隆

Takashi Nomiyama

アズビル株式会社

技術開発本部

青田 直之

Naoyuki Aota

### キーワード

バルブ・ポジショナ, 制御特性, 調節弁診断, メンテナンス, 通信

工業用バルブ・ポジショナとして好評を得ているスマート・バルブ・ポジショナ300シリーズの新機種として、コア部品を継承するとともに制御特性、調節弁診断機能を強化し、調整・設定を簡易化する液晶表示と操作ボタンを搭載した700シリーズを開発した。グローバル仕様に適合する最新の通信規格に対応するとともに、当社製調節弁メンテナンスサポートシステムPLUG-IN Valstaffと組み合わせることで、オンライン診断による異常傾向の早期検出や定修時の開放点検の要否判断に活用でき、メンテナンスタイミングの最適化、効率化を達成している。

The new 700 series of industrial valve positioners has been developed based on the 300 series, which has been receiving good reviews. While retaining core components of the earlier positioners, the 700 series offers more robust control features and valve diagnostic functions, simple adjustment and setup, as well as an liquid crystal display and operation buttons. It complies with the latest communications standards given in international specifications. In combination with our PLUG-IN Valstaff control valve maintenance support system, the 700 series achieves a high level of optimization and efficiency for maintenance timing. They are utilized for early detection of abnormal tendencies by online diagnosis and for judging whether overhaul is necessary during regular maintenance.

## 1. はじめに

近年、プラントにおける高度な安全・安心操業を要求する声が高まってきている中で、調節弁はプロセス流体を直接制御していることから、異常が起きるとプラント操業に与える影響が非常に大きく、その価値が見直されてきている。その一方で、調節弁の異常を起こさないために行っているメンテナンスの費用削減に対する要求も増加している。一般的に調節弁は定期的にメンテナンスされているが、流体の圧力、温度などが多種多様になるため、その手法の標準化が困難であり、運転中に異常を起こさないように安全率を多めにみたメンテナンスが行われている。最近では、調節弁を制御しているスマートポジショナに調節弁診断を搭載して、調節弁異常の早期発見とメンテナンスの最適なタイミングが推定できるようにすることで、プラントの安全・安心操業とメ

ンテナンスの効率化・標準化の実現に貢献してきている。

今回50万台以上の稼働実績を持つ当社製スマート・バルブ・ポジショナ300シリーズの新機種として、実績のあるコア部品を継承し、制御特性、調節弁診断機能を強化し、調整・設定を簡易化する液晶表示と操作ボタンを搭載した700シリーズを開発したので報告する。

## 2. バルブ・ポジショナの概要

バルブ・ポジショナ（以下:ポジショナ）とは、調節弁の弁軸（ステム）の位置を検出し操作信号と比較してそれらの差がゼロになるように操作器へ空気圧信号を制御する制御器である。ポジショナのブロック図を図1に示す。

ポジショナは、操作信号が空気圧信号（20～100kPa）から電流信号（4～20mA）に移行しており、さらにはデジタル

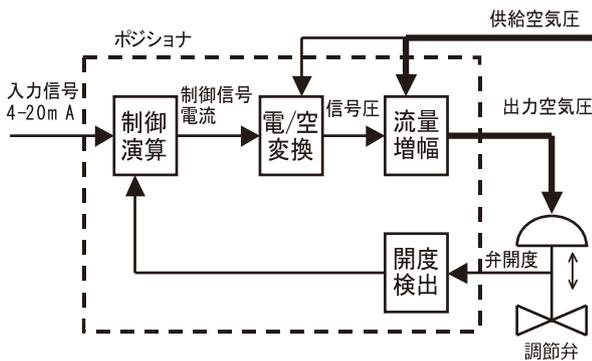


図1 バルブ・ポジョナのブロック図

信号であるフィールドバスも使用されている。こうした変遷から近年ではマイクロプロセッサを搭載したスマート式のポジョナが主流となってきている。スマート式とすることで、従来の機械式ポジョナより制御性能を向上させるだけでなく、自動調整機能や調節弁診断機能などのさまざまなスマート機能を搭載することができるようになった。1998年に販売開始した300シリーズではこれらスマート機能を搭載したことにより、コンビナートの石油、石油化学、化学市場だけでなく、鉄鋼、紙パルプ、食品、薬品市場などの幅広いユーザから好評を得て50万台以上の実績を積み上げてきた。

今回、700シリーズの開発では、調節弁診断を強化するだけでなく、これまでの300シリーズの特長をさらに強化することにより顧客の現場での価値の向上を図った。以下に強化項目を挙げる。

- ・調節弁診断機能:圧力センサを搭載し、締切異常、操作器異常、摩擦異常などの診断項目を強化
- ・現場操作:ローカル ユーザー インターフェース (LUI) による簡単調整・設定の実現
- ・オートセットアップ (自動調整機能) :300シリーズと比較して30%の時間短縮
- ・幅広い仕様に1機種で対応:複動パイロットリレー搭載により、単動/複動操作器両方に対応可能
- ・省エネルギー:300シリーズと比較して空気消費量を20%削減
- ・制御性:300シリーズと比較して複動操作器の作動スピード20%向上

写真1にスマート・バルブ・ポジョナ 700シリーズの外観を示す。



写真1 スマート・バルブ・ポジョナ 700シリーズ

### 3. ソフトウェアと診断・監視機能

#### 3.1 ソフトウェア構造

700シリーズにおけるソフトウェア (S/W) 構造のポイントを解説する。4-20mA機器として動作する700シリーズはマイクロプロセッサの消費電流を抑えるため動作クロックの低減が必要である。一方で診断、状態監視、本体での設定操作などの高機能化に伴い全体のソフトウェア処理量は飛躍的に増大しており、ここに構造上の工夫が必要であった。また、これら機能増加に伴い、ソフトウェアの開発規模が増大、複雑化する中、高品質を達成するため、モジュール構造による高い設計自由度、変更容易性、保守性、の実現を目指した。

##### 3.1.1 2階建て構造の実現

マイクロプロセッサの進歩により、常時連続動作で低消費電流(低速クロック)が求められる現場機器でもReal-Time Operating System (RTOS)の採用が現実的なものとなり700シリーズ採用した。これによりソフトウェアのモジュール構造化とともに設計の柔軟性が向上し、機能追加を容易に行うことができる。

しかしながら、バルブ制御をRTOS管理下で実施するにはRTOSのオーバーヘッドがネックとなり応答時間などの性能面で課題があった。連続制御であるバルブ制御はタイムクリティカルな処理であり、処理の遅れはすなわち制御性能の悪化につながる。

そこで、バルブ・ポジョナが行うべき仕事を数10msecオーダーで処理すべきものと、それ以上の時間で処理すればよいものとの2つに分類し、前者をRTOS管理外割り込み(定周期タイマー割り込み)で実行し、後者をRTOS管理(タスク)で実行する2階建て構造の実行制御システムを実現した(図2)。

この構造により、タイムクリティカルな機能をRTOSから切り離し、性能面、品質面においてRTOSの影響をゼロとしつつ、付加価値となるバルブ診断などの追加、変更、修正が容易となるようにした。

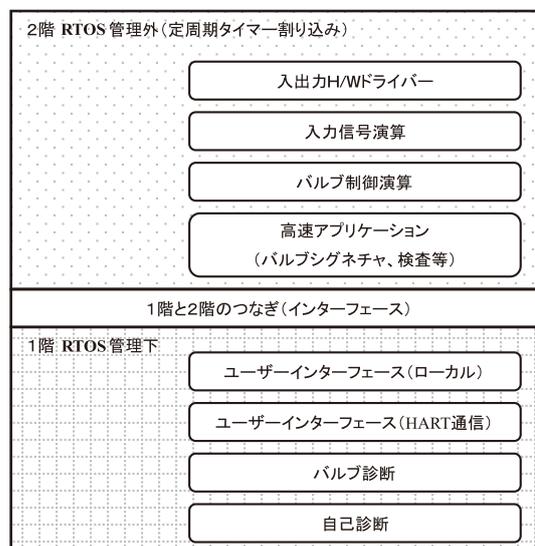


図2 実行制御システムと機能の振り分け

### 3.1.2 Direct Memory Accessによるソフトウェア処理軽減と制御周期の安定化

RTOS管理外割り込みでは、入出力ハードウェア制御、バルブ制御演算、というタイムクリティカルな処理を実行している。今回、診断の強化のために圧力センサを実装した。これによるアナログ入力増加に伴い入出力ハードウェア制御処理や入力信号演算処理は増加する一方、後述の高ゲイン型パイロットリレーを生かした制御を行うためにバルブ制御周期は従来からの大幅な短縮が要求された。この要求に応えるため、700シリーズでは入出力ハードウェア制御にDirect Memory Access (DMA)を採用した。定周期のタイマー割り込み(=RTOS管理外割り込み)をトリガーとして、シリアル通信送信データレジスタへの送信データ自動転送ならびに出力ポートデータレジスタへの出力ポートデータの自動転送操作がDMAを通じて実行される仕掛けとなっており、外部ハードウェアとの直接のやり取りの大部分がソフトウェアを介在せずに完了する。これによりソフトウェアは次のタイマー割り込み発生までに転送データを書き換えるだけでよく、ハードウェア制御に関わるソフトウェア処理は大幅に軽減された。

バルブ制御の入出力の周期は安定していることが望ましく、周期のばらつきは制御の不安定さにつながる。したがって、入出力ハードウェア制御をソフトウェアで行う場合、その処理はできるだけ優先度を高くし、他の処理によって遅延されることがない設計が理想である。しかしながら、単にバルブを制御するだけでなく、現在開度などのプロセス状態、診断によるバルブ状態を常時発信し続ける情報機器としての役割の重要性が高まっており、上位通信機能も重要である。通信においては高い信頼性ととも、通信規格へ適合も重要である。工業計測・制御分野での重要な標準的通信規格の一つとしてHART通信があるが、HART通信においては受信フレームに含まれるバイトとバイトの間のギャップ時間に対して厳しいルールが設けられており、これを満たすには最上位の優先度で1バイトごとに受信する必要がある。入出力ハードウェア制御をソフトウェア処理として実装したならば、その1バイトごとの受信処理により入出力のタイミングは遅延し、HART受信中は制御周期が安定せず、結果として不安定な制御となることを避けられなかったかもしれないが、DMAを利用することで完全にその影響を受けなくすることができた。

### 3.2 オートセットアップ機能

300シリーズで世界に先駆けて搭載されたバルブのオートセットアップ機能はその手軽さにより現場作業時間の短縮、効率化に貢献してきたが、700シリーズではさらなる時間短縮と診断初期情報の収集という診断コンテンツの性能に関わる重要な機能の追加を行った。

オートセットアップに費やす時間の大半を占めるのがバルブをフルストローク動作させる時間である。300シリーズでは、このフルストローク動作を3回行っていたが700シリーズではフルストローク中のバルブ位置と経過時間をすべて大容量メモリに記憶し、その情報をあとから参照することで2回に短縮した(特許出願中)。

バルブ診断に必要な診断初期情報を取得することは、専用の動作を行えば高い精度で実現でき、その動作の実装も難しいものではない。初期情報とは、出力圧力とバルブ開度の関係、バルブの摩擦(フリクション)、制御出力と出力圧力との関係などであるが、例えば、制御出力をゆっくりと0-100%で往復させれば、これらの情報は簡単に得ることができる。しかしながら、このような方法では1回のフルストローク短縮分を使い果たしてしまい、全体としての時間短縮を達成できなくなってしまう恐れもある。

オートセットアップは制御パラメータ決定と、診断初期情報取得という機能の双方をできるだけ短い時間の中で果たすべく、必要かつ十分な精度で各情報を抽出するバルブ動作方法を考案し実装した。考案したバルブ動作は、中間開度2点での微小往復ランプ(傾斜)動作からなっている(図3)。最適化された幅とスピードによる微小往復ランプにより、動作している付近での準静的な状態(制御出力、ノズル背圧、出力圧、開度)を計測することが可能である。この動作を2点で行い計測された結果から診断初期情報が計算され、診断に利用される(特許出願中)。

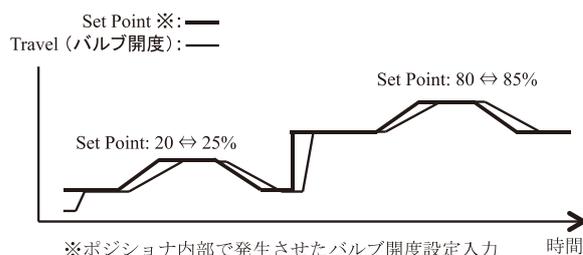


図3 中間開度2点での微小往復ランプ動作

## 3.3 診断機能

### 3.3.1 調節弁のメンテナンス

調節弁はその動作によって直接流体を制御しているため、調節弁にトラブルが生じるとプラントの制御、運転にまで影響する可能性がある。そのためプラントの安全・安心操業の実現のためには、適切なメンテナンスを行い異常の発生を未然に防ぐことが求められる。同時に限られた保全予算や保全人員で増加する保全業務をこなしていくためには、メンテナンスの高効率化や最適化をよりいっそう進めていく必要がある。

700シリーズの診断機能では、調節弁の状態を監視し、異常や不安定動作の傾向を早期につかむ(予知保全)ことで安定操業へ寄与するだけでなく、メンテナンスの高効率化のために時間基準保全(Time Based Maintenance :TBM)から状態基準保全(Condition Based Maintenance :CBM)へ移行させていくことを目指している。また、調節弁作動検査機能により、検査の標準化が可能となり、メンテナンス業務の技術継承の達成も可能となっている。

### 3.3.2 700シリーズでの診断機能の特長

300シリーズでは開度データから調節弁の異常や劣化の

傾向を把握するための各種診断指標を算出しており、後述するPLUG-IN Valstaffと組み合わせることで調節弁のメンテナンスに対して成果をあげ好評を得ている。700シリーズでは新たに圧力センサを搭載し、供給空気圧力、ノズル背圧、ポジション出力空気圧力を監視し、これらを活用した新たな診断指標により、さらに診断機能を高めている。

診断項目には、以下のようなオンライン診断(運転中)とオフライン診断である各種検査項目がある。

・調節弁異常診断(オンライン)

調節弁の異常な現象を直接検出する診断

・調節弁傾向診断(オンライン)

調節弁の異常や劣化の傾向を関連する状態から予測する診断

・ポジション診断(オンライン)

バルブ・ポジションの異常な現象を検出する診断

・作動検査(オフライン)

運転停止時に調節弁を動かすことでできる診断

このように診断機能はオンラインの診断項目を充実させている。その狙いとするところは、オフラインの検査で異常を発見できるのはある意味当たり前と言えるが、オンラインで異常を早期に検出することで予知保全による安定操業の実現およびCBMによるメンテナンスの効率化を実現するためである。例えば、定修直前までのオンライン診断データからあらかじめ開放点検が必要な調節弁の絞り込みを行っておくことで、定修期間の短縮が期待できる。

### 3.3.3 診断機能詳細

ここからは、いくつかの診断機能をピックアップして内容を説明する。

#### ①出力空気圧妥当性 / 最大摩擦力モニタリング

バルブシグネチャ検査では、オフライン時にポジションの入力信号をランプ状に全閉⇔全開させ、その時のポジション出力空気圧と開度の関係から診断を行う。出力空気圧妥当性/最大摩擦力モニタリングでは、オンライン時に同様のデータを取得する。ただし、圧力に対して開度は遅れて追従すること、およびオーバーシュートなどの影響を除くため、圧力/開度ともに単位時間あたりの変化が小さいデータのみを採用し静的な特性を取得している。取得された圧力データは、5%の開度区分毎に最大値(Po max)と最小値(Po min)が保持される。

出力空気圧妥当性は、操作器の力とグランドパッキンを主とする摩擦力、流体反力との力バランスからポジション出力空気圧の妥当性を判断する指標値である。

オートセットアップ時に測定した圧力/開度の関係を基準線とし、そこからPo max, Po minのシフト量がしきい値を超えるとアラームを発報する。この指標値により、操作器異常(スプリング劣化/倒れ、ダイヤフラム破れ/硬化など)や締切異常などが検知可能となる。図4に操作器のスプリング倒れを再現した時のデータを示す。

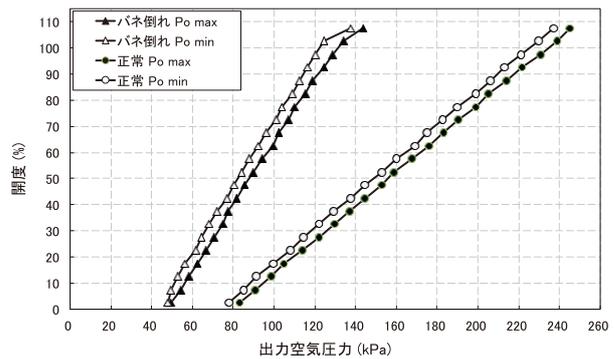


図4 操作器のスプリング倒れ

オンライン中のデータからポジション出力空気圧と開度の特性変化を捉えられていることが確認できる。

最大摩擦力は、Po maxとPo minの差の半分として計算し、この値がしきい値を超えるとアラームを発報する。この指標値により、グランドパッキン異常(劣化、硬化、軟化)や締切異常などが推定される(図5)。

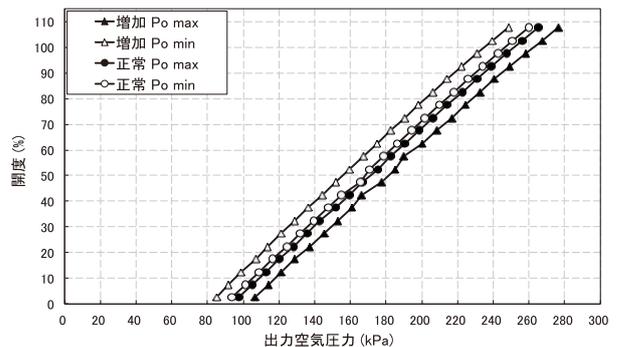


図5 摩擦増加時の変化

#### ②ポジション空気回路診断

ポジション空気回路診断では、前出の診断指標と同様の考え方にに基づき、電空変換部(Electro-Pneumatic Module:EPM)の入力であるEPM駆動信号と出力であるノズル背圧に対し、単位時間あたりの変化が小さいデータのみを採用してオンラインで静的な特性を取得する。これらの値がオートセットアップ時に測定した基準線からシフトした量(Drive Sig Max Shift+, Drive Sig Max Shift-)がしきい値を超えるとアラームを発報する。

図6にポジションの固定絞りとノズルフラップの詰まりを再現した時のデータを示す。EPM前にある固定絞りが詰まると出力空気圧が出にくくなるため、より大きいEPM駆動信号が必要となり、Drive Sig Max Shift+が大きくなっている。逆にノズルフラップが詰まった場合は出力が高く出てしまうため、より小さいEPM駆動信号で十分となり、Drive Sig Max Shift-が小さくなっている。

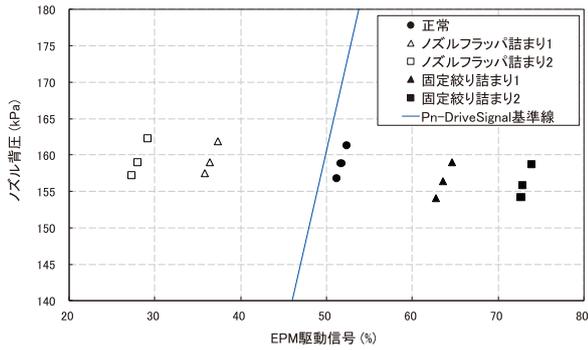


図6 固定絞り詰まり、ノズルフラップ詰まり時の変化

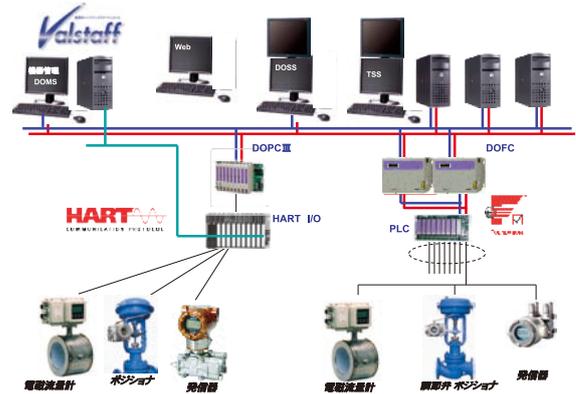


図7 InnovativeField Organizer

### ③スティックスリップ

ここまでは、新しく搭載した圧力センサを活用した新規診断指標について述べてきたが、従来の300シリーズから搭載されている診断指標についてもいくつかのアルゴリズムに改良を施した。ここではスティックスリップ指標の改良について述べる。

スティックスリップ指標は、調節弁のグラウンド部、プラグシート部などでの固着・かじり現象の予兆となるスティックスリップ動作を定量的に捉えるための診断である。

従来のスティックスリップ指標は、弁軸速度の大きさの平均の2乗(X)と2乗平均(Y)の比 $Y/X$ がしきい値を超えるとスティックスリップと判定していた。しかし入力信号がステップ状に変化した場合、特に小さな調節弁では実際にスティックスリップが起きていなくても指標値 $Y/X$ がしきい値を超えるケースがあることが分かった。そこで入力信号についても同様に $Y/X$ を算出し、入力信号がステップ状の動作をしていない(しきい値を超えていない)時のみスティックスリップ判定を行うようアルゴリズムの改良を行った。この改良によって、より信頼性の高い診断ができるようになった。

### ④ PLUG-IN Valstaff

700シリーズが持つ診断機能、テスト機能は、調節弁メンテナンスサポートシステムPLUG-IN Valstaffと組み合わせることで最大限に活用することができる。PLUG-IN Valstaffは、当社製デバイス・マネジメント・システムInnovativeField Organizer (図7)または、横河電機株式会社製統合機器管理パッケージPRM (Plant Resource Manager) 上で動作し、バルブ・ポジションナから診断データの収集や作動検査の実行を行うことができる。オンライン診断データの履歴表示や各種レポート出力により、異常傾向の早期検出や定修時の開放点検の要否判断に活用でき、メンテナンスタイミングの最適化、効率化の一助となると考えている。

### 3.4 設定モニタ機能

700シリーズの開発にあたり、新たに設定、モニタ機能(Local User Interface:LUI)を搭載し、機器の操作、確認

の簡易化を実現した。300シリーズでは、オートセットアップ、ゼロ/スパン調整といった現場での立ち上げ、メンテナンス時に効果的な設定の簡易化という現場価値を提供してきた。700シリーズでは、LUI搭載により、本体からバルブの詳細な調整、操作、テストの実行や、運転中の入出力、ポジションナ内部の動作状態、空気回路各圧力などの動作状態確認や、ソフトウェアバージョンをはじめ各種設定データ、自己診断状況の確認が簡単に行えるようになった。また、本機能の構成は、4つの押ボタンと液晶画面の組み合わせで、防爆仕様の耐圧容器性能を損なわないよう、磁石と磁気センサによる防爆隔壁を非接触でのスイッチ信号伝達を採用した(特許出願中)。これにより、防爆性雰囲気における現場での作業を可能とした。本体カバーを開け操作ボタンを表示した様子を写真2に示す。



写真2 Local User Interface

## 4. 新空気増幅機構 (パイロットリレー)

700シリーズを新規開発するにあたり、パイロットリレーに関して3つの新規開発要素があった。1つ目は、ポジションナの制御対象である複動形操作器の動特性を改善させるために制御応答性を向上させること、2つ目は顧客のメンテナンスの頻度を低減させるために耐久性を向上させること、3つ目は顧客におけるランニングコストや環境負荷を低

減させるために定常的に消費される空気量を低減させることである。さらにバルブ・ポジションナ本体にコンパクトに収納するために小型構造を追求した。

#### 4.1 一体型レイアウトと成形ダイアフラムの採用

従来型300シリーズは、複動形操作器を制御する場合パイロットリレーの出力圧 $P_{O1}$ を用いてリバーシングリレーを駆動させる増幅方式を採用しているが、 $P_{O1}$ を受けてリバーシングリレーが出力圧 $P_{O2}$ を出力するため、ムダ時間や時定数が大きくなり、制御応答性が低下する要因となっている。そこで複動形操作器に対する制御性を改善させるために、旧式の機械式バルブ・ポジションナで利用されてきた2つの出力圧室を対向させて配置し、それぞれの給排気ポートを互い違いに開閉させる一体型の構造を踏襲することにした。図8に構造図を示す。

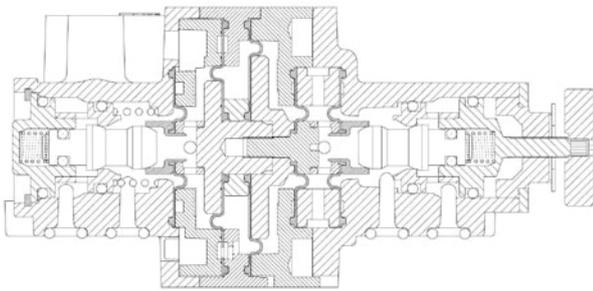


図8 一体型パイロットリレー

従来のパイロットリレーはポジションナの外側に配置していたが、新型は筐体内に収納することになったため、必然的に構造も小型化することが要求された。さらに応答性を改善させるためには、電空変換部から送られてくる空気圧信号(ノズル背圧: $P_N$ )を受圧する信号空気室の容量を極力小さくし、かつダイアフラムの剛性を下げて動きやすくすることが要求される。そこでこれらの課題を解決するために、ペロフラム形の成形ダイアフラムにより、そのスパンを小さくすることにした(図9)。

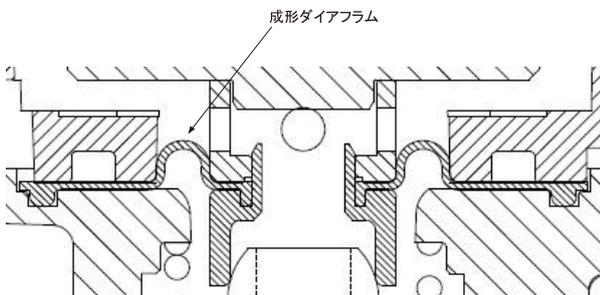


図9 ペロフラム形の成形ダイアフラム

従来の一体型パイロットリレーは、隣接する出力空気圧 $P_{O2}$ 室とノズル背圧 $P_N$ 室をOリングによって仕切っていた。しかしこのような構造は圧力の反転が起こり耐久性の低下が問題となるため、新パイロットリレーにおいては、排気室を間に挟みかつOリングではなくダイアフラムにより空気室を分けることにより高い耐久性を確保することとした(特許出願中)。なお成形ダイアフラムを採用することで従来のフラットなダイアフラムと比べて受圧面積が小さくなり、印加される力が小さくなることによる耐久性の飛躍的な向上が期待できる。

ノズルフラップ機構を用いたポジションナの場合、ノズルが詰まることによる耐久性の低下が問題となる。そこでノズル詰まりへの耐性を向上させるためにパイロットリレーの静的ゲイン( $P_{O1}$ と $P_N$ の関係)を大きくし、詰まりへのマージンを確保する設計とした。

#### 4.2 一体型レイアウト構造と高ゲイン化の両立

一体型のレイアウトにより複動を構成する構造は、旧式の機械式バルブ・ポジションナで一般的に使われてきたが、 $P_N$ に対する $P_{O1}$ の変化(ゲイン:G)を大きくするためには、 $P_{O1}$ の受圧面積 $A_{O1}$ に対して $P_N$ の受圧面積 $A_N$ を大きくする必要がある(式1)。

$$G = A_N / A_{O1} \quad (1)$$

しかしながら、 $A_N$ を大きくすることは信号空気室の容量が増加することになり制御性が低下する要因となる。そこで $P_{O1}$ の受圧面積を小さくする方策として、Oリングを用いた構造が採用されてきたが、前述したような耐久性が問題となる。これらの課題の解決について以下に述べる。

$P_{O1}$ は排気ポート側に掛かるとともに、給気ポート側にも印加されるため、 $A_{O1}$ は式2で表せる。

$$A_{O1} = A_{Oexh} - A_{Osup} \quad (2)$$

$A_{Oexh}$ :排気ポート側の受圧面積、 $A_{Osup}$ :給気ポート側の受圧面積

$A_{O1}$ を小さくするためには、 $A_{Oexh}$ を小さくする必要があるが、排気ポート径およびダイアフラムスパンにより制限されるため小さくするには限界がある。そこで、 $A_{Osup}$ を大きくすることにより受圧面積を小さくする構造を採用した。これにより一体型のレイアウト構造を踏襲しつつ、高ゲイン化を実現した。しかしながら給気ポートの径を大きくするとバルブシステムの底部に掛かる供給空気圧 $P_S$ による力が大きくなることにより、デッドバンドが増加し制御性が悪化する。この問題を解決するために、バルブシステムの底部に供給空気圧が印加されない構造( $P_S$ キャンセル構造)を採用した(特許出願中)。構造を図10に示す。

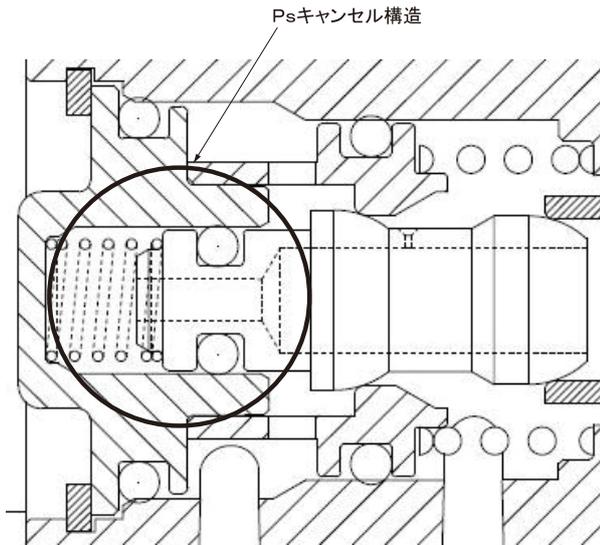


図10 供給空気圧キャンセル構造

#### 4.3 空気消費量低減のための構造

パイロットリレーに設けられたブリード（余分な空気排出）穴は、 $P_{01}$ をブリードさせる方向であれば排気モードから給気モードに向かって整定するときの動作を改善させ、 $P_S$ をブリードさせる方向であれば給気モードから排気モードに向かって整定するときの動作を改善させるものである。つまり空気消費量を減らすためにこのブリード穴を小さくすることは制御性悪化とのトレードオフとなっている。しかしながら今回採用した $P_S$ キャンセル構造であれば、バルブシステムの底部に掛かる力が小さくなるため、これに相当する分だけブリード量を減らすことが可能となる。この結果、高ゲイン化のための $P_S$ キャンセル構造の利点を活かして空気消費量の少ないパイロットリレーを実現することができた。

### 5. 回路構造

700シリーズのハードウェア設計にあたっては、4~20mAで駆動が要求されるフィールド機器の特徴の一つである低電流駆動回路技術を用いて、回路ブロックを共通化モジュール構成とし、他の製品との相互利用を可能にしている。通信は工業現場機器に共通した通信規格であるHART通信最新規格HART7, Foundation Fieldbus (FF)通信最新規格ITK6.1の取得を実現している(2013年12月現在)。

モジュール化としては、まずFF通信機能、HART通信機能を当社他機種である圧力発信器、電磁流量計などとの共通化対象とし、FF通信回路、FF電源回路、HART通信回路のブロックで共通化を図った。バルブ・ポジションナ固有の設計では、バルブ制御機能、HART機能を加えたブロックをメインの回路ブロックとしてモジュール化した(図11)。また、700シリーズの各機種固有の付加機能をそれぞれ一つのモジュールとした。その際には、バルブ開度を監視する開度発信機能について、従来は同時実現できなかった

たHART通信機能との共存を可能とするモジュール化を実施した。これにより、メインの回路ブロックの共通化を中心に、各機種固有のFFブロック、開度発信ブロックの差し替え、機種による外部との入出力回路ブロックなどの選択、表示ブロック有無、内部空気圧センシング回路ブロックの独立を可能とした。それぞれのモジュールの機能を整理、限定することで、各機能の明確化による設計評価の明確化、設計品質担保をしやすいし、また、生産上の部品段階における検査項目、仕様の明確化により品質確認、担保がしやすいし、品質の向上を実現した。

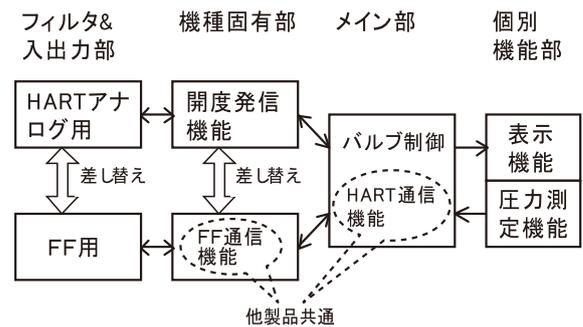


図11 回路ブロック

### 6. おわりに

本論文では、好評をいただいている当社製スマート・バルブ・ポジションナ300シリーズの新機種である700シリーズの技術開発に関して報告した。最新の通信規格に対応するとともに制御性、診断機能の性能向上、LUIによる現場での設定・監視作業の効率化を達成することにより、顧客現場でのより一層の安全・安心操業の実現を可能にしている。

#### <参考文献>

- (1) Toshiharu KAGAWA, Katsuya HONDA, Masashi SHIMIZU : Analysis of Electro-Pneumatic Positioner Valve System Considering Non-linear Characteristics of Pilot Valve, Trans. of SICE, Vol.29, No.11, 1337/1341 (1993)
- (2) Toshinori FUJITA, Toshiharu KAGAWA, Masaaki TAKEUCHI : Disturbance Characteristics of Control Valve Positioner, Proceedings of 4th Triennial International Symposium on Fluid Control Fluid Measurement Fluid Mechanics Visualization Fluids, B, 847/852 (1994)
- (3) 本田ほか：スマート・バルブ・ポジションナの要素技術，第13回流体制御シンポジウム講演論文集 P.21-24 (1998)
- (4) 総田ほか：コントロールバルブのオンライン診断に関する研究，日本設備管理学会誌 第9巻 第4号 (1998)
- (5) 総田，大塚，長坂，香川：空気圧式調節弁の動作特性診断に関する実験的研究，計測自動制御学会論文集，35, 594/599 (1999)

- (6) Masato KURODA, Yohsuke INAGAKI, Masahiro URATA, Toshinori FUJITA, Toshiharu KAGAWA. Positioning Control Performance of Separate-Type Valve Positioner, Proceedings of INTERMAC2001 Joint Technical Conference, pp. CD-ROM (2001)
- (7) M.Kuroda et al., Control Valve Diagnostic Using Fieldbus, the Proceeding of ISA/EXPO 2001 Technical Conference (2001)
- (8) 福田稔：調節弁メンテナンスの最適化，高効率化に向けたサポートシステム，計装 Vol.58, No.6 (2008)

<商標>

PRMは，横河電機株式会社の商標です。

HARTは，HART Communication Foundationの商標です。

FOUNDATIONは，Fieldbus Foundationの商標です。

Valstaff , InnovativeField Organizer, DOMS, DOPC, DOFCは，アズビル株式会社の商標です。

<著者所属>

福田 稔	アドバンスオートメーションカンパニー マーケティング部
奥田 浩二	アドバンスオートメーションカンパニー 開発2部
稲垣 洋輔	アドバンスオートメーションカンパニー 開発2部
野見山 隆	アドバンスオートメーションカンパニー 開発2部
青田 直之	技術開発本部商品開発部